Environnement Canada
Service canadien des forêts

Environment Canada
Canadian Forestry Service

ÉTUDE DE L'EXPLOITATION DES FEUILLUS TOLÉRANTS PAR COUPE SÉLECTIVE

A.B. Berry

Institut forestier national de Petawawa
Service canadien des forêts
Chalk River (Ontario) Canada

Rapport d'information PI-X-8(F)

87-01479/

ISSN 0228-0736

ÉTUDE DE L'EXPLOITATION DES FEUILLUS TOLÉRANTS PAR COUPE SÉLECTIVE

A.B. Berry

Institut forestier national de Petawawa
Chalk River (Ontario) Canada

Service canadien des forêts
Environnement Canada

Rapport d'information PI-X-8(F) 1981

Publication autorisée par le ministre,
Environnement Canada

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1981
No de catalogue Fo46-11/8-1981F
ISSN 0228-0736
ISBN 0-662-91336-1

Des exemplaires de cette publication
peuvent être obtenus à l'adresse suivante:

Centre de distribution des publications
Institut forestier national de Petawawa
Environnement Canada
Chalk River (Ontario)
K0J 1J0

This publication is also available in English under the title A study in single-tree selection for tolerant hardwoods.

Table des matières

1 Résumé/Abstract

1 Introduction

2 Matériel et méthodes

2 Zone d'étude
2 Peuplement
3 Historique de l'exploitation
3 Méthode expérimentale
4 Échantillonnage
4 Mesures et compilation
4 Équipement et méthodes de coupe

7 Résultats et analyse

7 Composition par espèce
7 Distribution des diamètres
7 Régénération
10 Mortalité
10 Accroissement du volume

11 Conclusions

11 Références

Tableaux

5 1. Distributions théoriques des arbres par classes de diamètres, par hectare
5 2. Distribution actuelle, programme de coupe et années des coupes
8 3. Proportions (%) de feuillus tolérants et d'autres espèces
10 4. Nombre de semis et de gaules dénombrés lors de la dernière coupe

Figures

6 1. Débusqueuse sur roues en action
6 2. Aspect du peuplement immédiatement après la coupe
9 3. Distributions théorique et réelle des diamètres dans le compartiment 3

ÉTUDE DE L'EXPLOITATION DES FEUILLUS TOLÉRANTS PAR COUPE SÉLECTIVE

Résumé

L'auteur présente les résultats provisoires d'une expérience à grande échelle de gestion de feuillus tolérants par coupe sélective à l'Institut forestier national de Petawawa. Cette expérience vise à évaluer la croissance à deux limites supérieures de diamètre (40 et 50 cm), à deux densités de peuplement (140 et 210 m^3/ha) et à deux rotations (5 et 10 ans). Le volume résiduel et la limite supérieure de diamètre influent de façon significative sur le taux de mortalité et l'augmentation nette du volume, contrairement à la rotation. La régénération, notamment celle de l'érable à sucre, est satisfaisante pour toutes les combinaisons de traitement.

Abstract

Interim results are presented for a large-scale experiment in managing tolerant hardwoods by single-tree selection at the Petawawa National Forestry Institute. The aim of the experiment is to evaluate growth response at two upper diameter limits (40 and 50 cm), two levels of growing stock (140 and 210 m^3/ha), and two cutting cycles (5 and 10 years). Residual volume and upper diameter limit significantly affected mortality rate and net volume increment, but length of cutting cycle did not. Regeneration, especially that of sugar maple, was satisfactory under all treatment combinations.

INTRODUCTION

Le présent rapport traite d'une expérience à long terme de gestion de feuillus tolérants par coupe sélective à l'Institut forestier national de Petawawa, à Chalk River, en Ontario. Cette expérience a pour objectif d'évaluer la croissance des arbres à deux limites supérieures de diamètre, deux densités de peuplement et deux rotations.

Au cours des dernières années, le grand public a commencé à s'intéresser davantage à la gestion des forêts et à faire connaître ses préoccupations face aux méthodes de coupe qui déparent l'environnement forestier. On utilise donc maintenant de préférence l'exploitation par coupe partielle, surtout dans les régions où se pratiquent la villégiature et les activités de plein air. Dans le cas des feuillus tolérants, une des méthodes d'exploitation les plus esthétiques et les plus acceptables est la coupe sélective.

Texte approuvé pour publication en novembre 1980.

A.B. Berry est un chercheur de l'Institut forestier national de Petawawa.

Cette méthode consiste à prélever à intervalles relativement courts des arbres adultes ainsi que des sujets plus petits, pour fins d'éclaircie, dans des peuplements d'arbres de tous âges. Ce type d'exploitation se poursuit indéfiniment et favorise ainsi la régénération et le maintien d'un peuplement d'arbres de tous âges. Daniel, Helms et Baker (1979) énumèrent d'autres avantages de cette méthode:

1. Reproduction facilitée des espèces tolérantes
2. Excellente protection du terrain contre le soleil et le vent
3. Exploitation facile à adapter aux fluctuations du marché
4. Peuplements moins vulnérables au feu que les jeunes peuplements d'âge uniforme
5. Revenus de l'exploitation touchés à intervalles plus courts, même pour des forêts de faible superficie

Ce type d'exploitation est admirablement bien adapté aux feuillus tolérants car il

requiert des espèces capables de se reproduire et de croître à l'ombre.

Par peuplements de feuillus tolérants (feuillus dits "nordiques" aux États-Unis), on entend ceux dont l'évolution naturelle tend à donner des peuplements purs ou mixtes d'érables à sucre, de hêtres et de bouleaux jaunes.* On trouve ces peuplements au Canada, dans la région des Grands lacs et du Saint-Laurent et dans la région de l'Acadie (Rowe, 1972) ainsi que dans le centre nord et le nord-est des États-Unis (USDA, 1973). La superficie totale occupée par ces peuplements n'est pas connue précisément mais on l'évalue à au moins 20 millions d'acres (8×10^6 ha) au Canada et à 25 millions d'acres (10×10^6 ha) aux États-Unis. Les feuillus tolérants représentent approximativement 12 per cent des arbres sur pied commercialisables en Ontario, au Québec et dans les provinces de l'Atlantique (Manning et Grinnell, 1971). Ces feuillus sont essentiellement climaciques, c'est-à-dire qu'ils continueront de se reproduire tant et aussi longtemps que le climat demeurera inchangé. La plupart de ces espèces tolèrent l'ombre mais cette tolérance varie de très grande, chez l'érable à sucre et le hêtre, à grande pour le tilleul et à moyenne pour le bouleau jaune (Filip et Leak, 1973).

En plus d'attirer l'attention du public, l'utilisation industrielle accrue des bois feuillus est à l'origine de l'intérêt croissant manifesté pour la sylviculture et la gestion de ce type de peuplement. Gilbert et Jensen (1958) ainsi qu'Arbogast (1957) suggèrent de fixer à environ 2000 pi^3/acre (140 m^3/ha) le volume résiduel après la coupe tandis que Meyer (1952) propose pour sa part un volume résiduel variant de 2000 à 4000 pi^3/acre (140 à 280 m^3/ha). En l'absence d'informations sur la croissance et le rendement de ce type de peuplement dans l'est du Canada, nous avons entrepris la présente étude en 1956.

*Les noms des espèces d'arbres sont tirés de l'ouvrage du frère Marie Victorin, Flore laurentienne, 2e édition, Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 1964.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. D.J. McGuire, qui a dirigé la cueillette des données sur le terraine et en a assuré la compilation et la présentation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude

La zone d'étude occupe 18,6 ha à l'Institut forestier national de Petawawa. Elle se trouve à mi-chemin entre Ottawa et North Bay, dans la section forestière du centre de l'Outaouais (L.4c) de la région forestière des Grands lacs et du Saint-Laurent (Rowe, 1972), sur une crête basse, généralement orientée dans la direction nord-ouest–sud-est, près d'un petit lac nommé Corry.

La zone est en majeure partie plane; le reste est légèrement incliné en direction des chenaux de drainage qui se déversent dans le lac au nord. Le sol est un sable limoneux podzolique brun, dérivé d'un dépot morainique. Sa profondeur est parfois faible mais peut atteindre plus de 2 m; la roche-mère est un granite précambrien. Le sol est caractéristique du type Sherborne (Hills et Pierpoint, 1960). Le régime d'humidité du sol a été qualifié de frais (Hills, 1952) sauf par endroits, près des chenaux de drainage, où il varie d'humide à très humide.

Peuplement

Même si la parcelle étudiée compte 20 espèces d'arbres indigènes, seulement 5 sont d'importance majeure (érable à sucre, hêtre à grandes feuilles, pin blanc, bouleau jaune et tilleul). Les peuplements individuels sont constitués de mélanges d'arbres de tous âges et de toutes tailles, des semis au sujets matures. Les étages moyen et supérieur sont habituellement constitués de mélanges de feuillus tolérants parsemés de pins blancs, d'épinettes blanches et de frênes blancs. Dans les endroits plus humides, les feuillus tolérants poussent en compagnie de sapins baumiers, d'ormes d'Amérique et de frênes noirs. Dans un des coins de la parcelle, on rencontre aussi des pruches; il s'agit d'un

vieux peuplement qui a survécu aux incendies qui ont détruit la région au XIXe siécle.

Les données portant sur la hauteur et l'âge des érables à sucre indiquent que la croissance y serait comparable à celle d'un emplacement de la catégorie 1 de Plonski (1960) pour les feuillus tolérants de l'Ontario ou de la catégorie 80 de Westveld (1933) pour les érables à sucre des Etats proches des Grands lacs.

Historique de l'exploitation

La région a été colonisée au cours des années 1870; jusqu'en 1904, la parcelle étudiée a servi d'érablière, a été exploitée pour le bois d'oeuvre et de chauffage, et a servi de pâturage pour le bétail. Ceci explique pourquoi elle comptait surtout des arbres surmatures, de mauvaise qualité et de peu de valeur commerciale. De 1904 à 1918, il n'y a eu que peu ou pas de coupe dans cette région car elle relevait directement du ministère de la Défense nationale. De 1918 à 1936, plusieurs coupes furent pratiquées pour fournir du bois de chauffage à la station forestière expérimentale (aujourd'hui devenue l'Institut forestier national de Petawawa), fondée en 1918. Toutefois, nous ne disposons d'aucun dossier sur le volume des coupes et les endroits précis où celles-ci furent effectuées.

En 1936, 60 acres (24,3 ha) attenant à l'Administration centrale de la Station expérimentale ont été mis de côté pour servir de parcelle de démonstration. Cette parcelle fut divisée en 10 compartiments, un compartiment devant être soumis à une coupe sélective chaque année, pour une rotation de 10 ans, le volume prélevé devant être égal à l'accroissement décennal estimatif. Pour la première décennie, cette croissance était évaluée à 45 pi^3/acre (3,3 m^3/ha) par année mais pour la seconde décennie, elle fut portée à 79 pi^3 (5,5 m^3/ha) à la lumière des données supplémentaires obtenues sur la croissance.

De 1936 à 1956, aucun effort spécial n'a été fait pour maintenir ou favoriser un peuplement équilibré d'arbres de tous âges, c'est-à-dire, un peuplement qui se perpétuerait indéfiniment et qui se caractériserait par une distribution décroissante des diamètres, de la plus petite à la plus grande classe (Knuchel, 1949). Néanmoins, en 1956, chaque compartiment présentait une distribution ressemblant à la courbe en image miroir de J caractéristique des forêts d'arbres de tous âges. Cette année-là, on dénombrait la totalité des arbres d'au moins 4 pouces (10 cm) de diamètre à hauteur d'homme (d) qu'on regroupait par classes de diamètres de 1 pouce, pour fins de révision du plan de gestion pour la prochaine décennie. Les arbres ne furent pas étiquetés. Une comparaison de cet inventaire avec celui de 1946 démontra que tous les compartiments portaient moins de bois sur pied en 1956. Il semblait donc que la croissance estimative annuelle de 79 pi^3/acre (5,5 m^3/ha) était trop élevée. Il fut donc décidé de procéder à une surveillance plus étroite du peuplement, en mettant l'accent sur le développement d'un peuplement acceptable d'arbres de tous âges.

Méthode expérimentale

En 1936, un des objectifs de la gestion sylvicole avait été d'accroître le volume et la qualité du bois sur pied du peuplement à un niveau optimal. Un des objectifs de la recherche, en 1956, fut donc de déterminer quel devait être ce niveau optimal.

On procéda à la définition de quatre types de distribution des diamètres, tels que décrits antérieurement (Berry 1963), par la combinaison de deux densités de peuplement, soit 2000 et 3000 pi^3/acre (environ 140 et 210 m^3/ha) et de deux limites maximales de diamètres, soit 20 et 24 pouces (environ 50 et 60 cm). En combinant ces paramètres avec deux types de rotations, soit 5 et 10 ans, on obtenait huit types de traitements différents. Deux des 10 compartiments originaux furent donc abandonnés. Le volume correspondant à chacune des quatre distributions des diamètres fut calculé à l'aide d'un tarif local de cubage pour l'érable à sucre, en présupposant que cette espèce constituerait une proportion élevée du bois sur pied.

Les résultats de l'inventaire de 1973 nous ont amené à conclure qu'il faudrait encore au moins vingt ans pour parvenir à une distribution équilibrée en utilisant une

limite supérieure de diamètre de 24 pouces (60 cm). Il fut donc décidé de réduire les limites supérieures de diamètres à 16 et 20 pouces (40 à 50 cm) respectivement, et il fallut ainsi créer deux nouvelles classes de distributions des diamètres correspondant à une limite supérieure de diamètre de 16 pouces. Nous présentons, au tableau 1, les distributions théoriques des diamètres des quatre classes envisagées. Les données sur les nombres d'arbres ont été converties en classes métriques de diamètres et les volumes ont été calculés à l'aide de ces chiffres et d'un tarif de cubage converti au système métrique.

Les distributions réelles furent ensuite comparées aux distributions théoriques et on procéda à certains rajustements. Le nouveau calendrier de coupe et la nouvelle répartition des classes de distributions par compartiments paraissent au tableau 2. La première décennie de coupe se terminera en 1983.

Depuis l'adoption du nouveau protocole expérimental, en 1956, chacun des huit compartiments a fait l'objet de deux à cinq séries de mesures et on a procédé à des coupes sélectives, lorsque ces dernières étaient nécessaires pour réduire le volume au niveau prescrit ou, lorsque la densité de peuplement était inférieure à celle voulue, pour n'éliminer que les arbres morts ou mourants. Au total, nous disposons maintenant des résultats de 17 périodes de croissance pour l'ensemble des 8 compartiments.

Échantillonnage

Un système permanent d'échantillonnage sur huit parcelles circulaires de 1/5 acre (0,081 ha) a été établi en 1959, dans cinq des compartiments. Une parcelle rectangulaire d'échantillonnage avait été délimitée avant 1936 dans chacun des trois autres compartiments (leur superficie variant de 0,68 à 1,0 acre). On ajouta à ces parcelles un nombre suffisant de parcelles d'échantillonnage de 1/5 acre pour obtenir une superficie totale d'échantillonnage d'environ 1,6 acre (0,65 ha). Dans ces parcelles, tous les arbres de taille marchande, c'est-à-dire, de diamètres supérieurs à 3,5 pouces (8,9 cm) à hauteur d'homme étaient identifiés de façon permanente à l'aide d'une étiquette métallique de manière que la croissance de chaque sujet puisse être mesurée et de manière à assurer que l'on tienne compte, lors d'une séance de mesure, de tous les arbres qui vivaient lors de la séance précédente.

Mesures et compilation

À chaque séance de mesure, on mesurait à l'aide d'un ruban le diamètre à hauteur d'homme de chaque arbre vivant de taille marchande. On dénombrait aussi les arbres plus petits par espèces et par classes de diamètres et on évaluait le nombre de semis établis.

Les résultats des mesures effectuées dans chacune des parcelles d'échantillonnage de chacun des compartiments ont été combinés et ont servi à l'établissement de tables de peuplement pour les espèces marchandes. Ces tables donnent le nombre de sujets par espèce et la classe de diamètre, avec les diamètres moyens de chaque classe par espèce. Les volumes ont été calculés à l'aide de tarifs locaux de cubage. Les mêmes tarifs de cubage étaient utilisés à chaque séance de mesure car on présupposait que les rapports hauteur-diamètre demeureraient constants dans cette forêt d'arbres de tous âges.

Équipement et méthodes de coupe

La sélection des arbres à prélever devait avant tout tenir compte de l'objectif de conversion de la forêt en une véritable forêt jardinée, conforme à la distribution typique des classes de diamètres. Il ne s'agissait cependant pas d'atteindre cet objectif principal sans tenir compte des exigences sylvicoles du peuplement. On s'efforçait ainsi de tenir compte de l'espacement, de la vigueur des arbres, de la croissance des cimes et de la valeur relative des diverses espèces.

Tous les arbres sélectionnés pour la coupe étaient marqués à la peinture rouge. Ils étaient coupés à l'aide d'une tronçonneuse et traînés entiers, jusqu'au bord de la route, à l'aide d'une débusqueuse sur roues (Fig. 1). On prenait particulièrement soin, lors de l'abattage et du débusquage,

Tableau 1. Distributions théoriques des arbres par classes de diamètre, par hectare

Diam.	Distribution 1		Distribution 2		Distribution 3		Distribution 4	
(cm)	Nombre d'arbres	Vol. (m^3)	Nombre d'arbres	Vol. (m^3)	Nombre d'arbres	Vol. (m^3)	Nombre d'arbres	Vol. (m^3)
10	92.4	4.8	108.7	5.7	106.0	5.5	133.6	7.0
12	72.9	5.7	88.0	6.9	83.8	6.5	108.2	8.5
14	61.8	6.8	75.6	8.3	70.9	7.8	92.9	10.2
16	51.6	7.6	65.0	9.6	59.3	8.8	80.1	11.9
18	43.0	8.5	55.9	11.1	49.9	9.9	68.0	13.5
20	34.1	8.5	45.7	11.4	39.3	9.8	56.1	14.0
22	28.9	8.7	39.3	11.8	33.6	10.1	48.4	14.6
24	24.2	8.8	34.1	12.5	28.2	10.3	41.5	15.2
26	20.3	8.8	28.9	12.5	24.0	10.4	35.6	15.4
28	16.8	8.6	24.5	12.5	19.8	10.1	29.9	15.2
30	13.6	7.9	20.5	11.9	15.8	9.2	25.2	14.6
32	11.6	7.7	17.5	11.6	13.6	8.9	21.6	14.3
34	9.6	7.1	15.3	11.4	11.4	8.5	18.7	13.9
36	7.9	6.6	13.1	11.0	9.7	8.1	16.6	13.9
38	6.4	6.0	10.6	9.9	8.6	8.0	14.9	13.9
40	5.4	5.6	9.1	9.4	7.9	8.1	13.5	13.9
42	4.5	5.1	7.9	8.9				
44	3.5	4.3	6.7	8.3				
46	3.2	4.3	6.2	8.4				
48	2.9	4.3	5.7	8.4				
50	2.7	4.3	5.3	8.5				
Total	517.3	140.0	683.6	210.0	581.8	140.0	804.8	210.0

Nota: Ces valeurs ont été obtenues par conversion des valeurs originales en livres-pieds.

Tableau 2. Distribution actuelle, programme de coupe et années des coupes

Compartiment	Distribution		Rotation (années)	Années des coupes
	Volume (m^3/ha)	Diam. max. (cm)		
1	210	50	5	1973, 1978, 1983
2	210	40	10	1973, 1983
3	140	50	5	1973, 1978, 1983
4	140	40	10	1973, 1983
5	140	40	5	1973, 1978, 1983
6	210	50	10	1973, 1983
7	210	40	5	1973, 1978, 1983
8	140	50	10	1973, 1983

Figure 1. Débusqueuse sur roues traînant les grumes sur un chemin de débusquage.

Figure 2. Aspect du peuplement immédiatement après les coupes sélectives. À remarquer la présence de nombreux petits arbres entre les arbres de taille marchande.

d'endommager le moins possible les autres arbres (Fig. 2).

RÉSULTATS ET ANALYSE

Composition par espèce

On a déterminé la composition par espèce dans chaque compartiment par le nombre des sujets et le volume par espèce. Nous présentons au tableau 3 la répartition, en pourcentage, de chacune des espèces de feuillus tolérants, d'autres espèces de feuillus et de conifères, à deux dates différentes de mesure.

Il n'y a eu que très peu de changements dans la composition par espèce en ce qui concerne le nombre de sujets sauf dans le compartiment 3, où on note une forte diminution du pourcentage d'érables à sucre. Cette variation est cependant beaucoup moins due à une diminution du nombre d'érables à sucre qu'à une augmentation du nombre de tilleuls et de frênes dans les classes de diamètre inférieures.

Les changements de volume sont minimes sauf dans trois compartiments. Dans deux de ces derniers, on note une diminution du volume d'ormes découlant d'une épidémie de graphiose (Ceratocystis ulmi (Buism.) C. Moreau), qui a provoqué la mort des arbres ou une diminution de leur vigueur qui en rendait la coupe nécessaire. Le changement de volume marqué survenu dans le troisième compartiment découlait d'une coupe plus importante de pins rouges et blancs qui répondait aux objectifs de gestion susmentionnés.

Comme, parmi ces quelques exceptions, nous n'avons décelé que peu de changements dans la composition par espèces des compartiments, il semble qu'aucune des trois variables étudiées, soit le volume résiduel, le diamètre maximal et la rotation, n'influe sur cet aspect du développement du peuplement. Ces résultats s'accordent avec ceux de Franklin (1977), selon lequel les forêts composées d'espèces tolérantes aux milieux ombragés ne subissent aucun changement important de la composition par espèce en conditions de gestion de peuplement à âge variable.

Distribution des diamètres

Au début de l'étude, chaque compartiment contenait des arbres de tous âges, mais la distribution des diamètres n'était pas conforme à celle d'une véritable forêt jardinée.

Dans tous les compartiments, notre principal objectif, en plus évidemment d'améliorer la santé et la vigueur des arbres, était de modifier la distribution des diamètres de manière qu'elle soit conforme au type de distribution choisi. Pour quatre de ces compartiments, il fallait en plus assurer une augmentation du volume sur pied qui était alors très inférieur aux 210 m^3/ha (3000 pi^3) voulus.

Ces quatres derniers compartiments ont maintenant atteint la densité de peuplement voulue et, à l'avenir, nous mettrons l'accent sur la distribution des diamètres. Dans les quatre compartiments qui avaient dès le départ la bonne densité de peuplement, la distribution des diamètres a été améliorée. À titre d'exemple, la figure 3 montre les résultats obtenus dans un compartiment et ce qu'il reste à accomplir, notamment pour augmenter le nombre de sujets dans les classes de diamètre de 14 à 28 cm. Tel que déjà mentionné, il semble qu'un certain nombre de rotations seront nécessaires avant qu'on puisse obtenir la densité de peuplement optimale (Min. ress. nat. Ont., 1973; U.S.D.A., 1973).

Régénération

La capacité des espèces à se régénérer, à croître et à produire des semis en nombre suffisant pour remplacer les arbres qui passent à une classe de diamètre supérieure est un des facteurs essentiels au maintien d'un peuplement équilibré d'arbres de tous âges au moyen de l'exploitation par coupe sélective. L'analyse du nombre estimatif de semis et du nombre réel de gaules (tableau 4) tels que déterminés après la dernière coupe dans chaque compartiment montre qu'il y existe un nombre suffisant de petits arbres pour y maintenir les distributions voulues de diamètres. Depuis l'instauration du nouveau système de gestion, le nombre de semis et de gaules a augmenté dans tous les compartiments et

Tableau 3. Proportions (%) de feuillus tolérants et d'autres espèces

Compartiments et dates	Résineux		Érable à sucre		Bouleau jaune		Hêtre		Tilleul		Frêne		Autres feuillus	
	Nombre	Vol.	Nombre	Vol.	Nombre	Vol.	Nombre	Vol.	Nombre	Vol.	Nombre	Vol.	Nombre	Vol.
1														
1962 A*	7	11	20	19	3	1	50	48	3	3	t†	1	17	17
1978 B	6	7	22	21	3	1	52	50	2	3	t	1	15	17
2														
1965 A	13	11	23	29	9	7	14	19	9	6	5	11	27	14
1973 B	10	11	23	28	9	8	15	20	9	7	6	6	28	19
3														
1959 B	4	4	42	56	7	7	6	6	8	3	19	5	14	19
1978 B	1	t	28	56	7	8	9	7	18	10	28	13	9	6
4														
1959 A	18	4	44	54	7	5	-	-	4	4	6	4	21	29
1973 B	18	7	37	59	7	7	-	-	7	5	11	6	20	16
5														
1960 A	15	2	35	48	7	8	11	17	2	2	8	3	27	20
1978 B	10	3	34	44	7	9	7	15	6	3	10	5	26	21
6														
1964 A	18	10	20	27	12	12	16	26	8	5	8	5	18	15
1973 B	18	8	20	27	11	11	15	25	9	4	7	6	20	19
7														
1961 A	15	5	24	27	7	10	17	12	4	8	3	6	29	32
1978 B	16	7	24	26	7	11	18	14	4	9	2	4	29	29
8														
1960 A	33	46	10	10	3	2	3	1	-	-	5	8	46	33
1973 B	22	27	12	15	4	4	3	3	-	-	7	9	52	42

*A: Avant la coupe; B: après la coupe.
† t = moins de 0,5%.

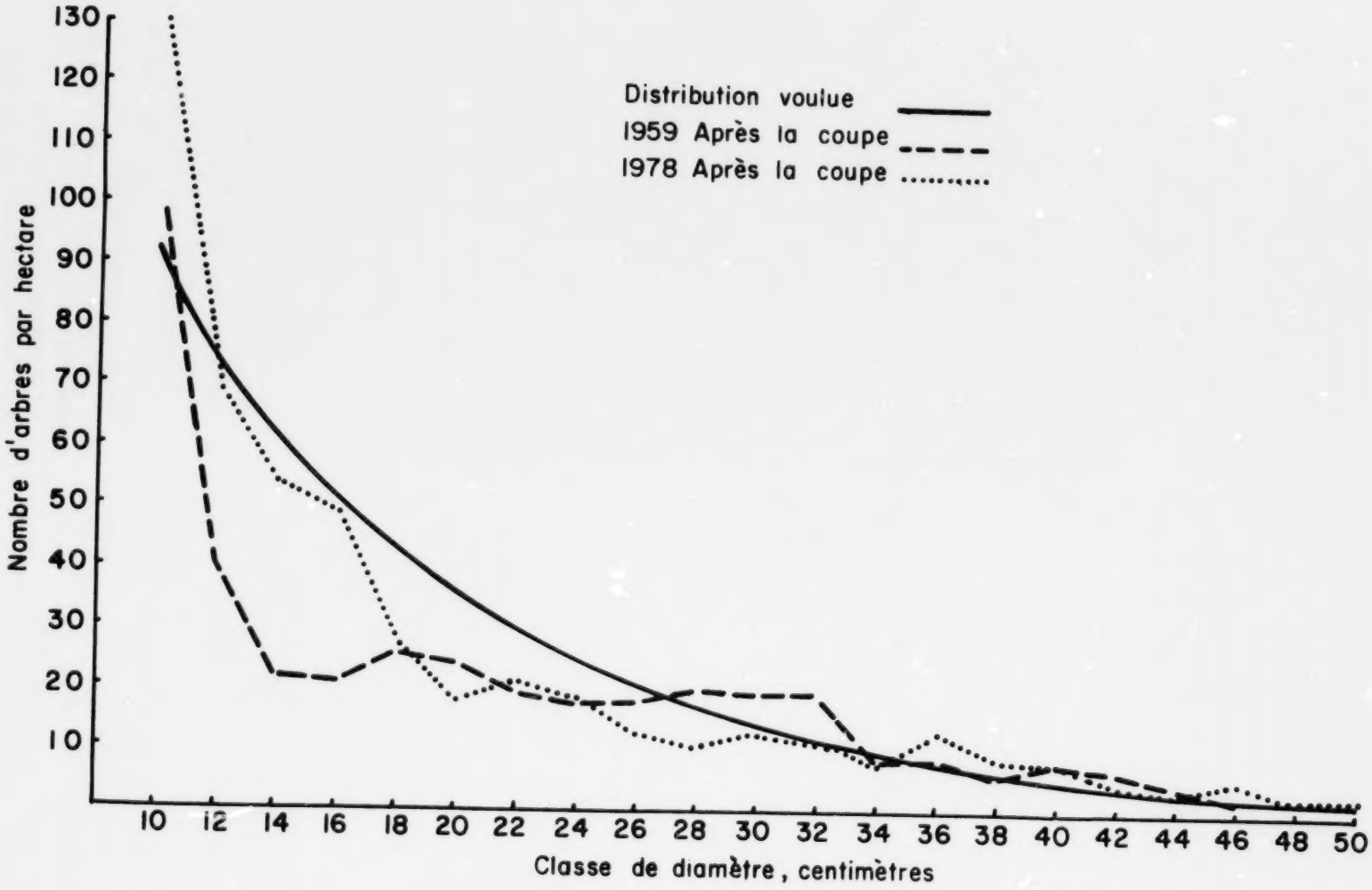

Figure 3. Distributions théorique et réelle des diamètres dans le compartiment 3 à deux dates différentes.

l'érable à sucre compte maintenant pour 50 per cent ou plus des semis.

Tableau 4. Nombre de semis et de gaules dénombrés lors de la dernière coupe

Compartiment	Nombre estimatif de semis/ha*	Nombre de gaules/ha†
1	9640	990
2	9140	1980
3	7660	2350
4	13840	2960
5	13590	2100
6	4940	1730
7	6920	2100
8	6920	3210

*Nombre estimatif de semis de plus de 0,15 m de haut et de moins de 1,0 cm de diamètre à hauteur d'homme dans les parcelles-échantillons dans chaque compartiment.
†Nombre réel d'arbres de 1,0 à 9,0 cm de diamètre à hauteur d'homme dans les parcelles-échantillons.

Mortalité

Les pertes annuelles dues à la mortalité ont varié de façon considérable à la fois d'un compartiment à l'autre et a l'intérieur de chacun des compartiments, d'une rotation a l'autre. Nous avons procédé à une analyse de régression par étapes afin de vérifier s'il existait une relation quelconque entre la mortalité et une ou plusieurs des trois variables étudiées (volume résiduel, limite supérieure de diamètre et rotation). Cette analyse a démontré que le volume résiduel et la limite supérieure de diamètre ont un effet significatif sur la mortalité, mais non la rotation. L'équation de régression suivante:

$$Y = -17{,}35 + 0{,}124\,X_1 + 0{,}3620\,X_2 - 0{,}002488\,X_1X_2 \quad (R^2 = 0{,}48)$$

où Y = mortalité annuelle (m^3/ha)
X_1 = volume résiduel (m^3/ha)
X_2 = limite supérieure de diamètre (cm)

a été établie pour la prévision de la mortalité annuelle.

En ce qui a trait à la mortalité, deux facteurs principaux entrent en jeu. Le premier est une épidémie de la maladie hollandaise de l'orme (graphiose) qui a frappé deux compartiments immédiatement avant et après la coupe de 1973. Dans un des compartiments, un certain nombre d'arbres étaient déjà mort en 1978. Dans l'autre compartiment, la mortalité due à cette maladie ne pourra être déterminée avec précision que lors de la prochaine séance de mesures, en 1983, car ce compartiment est soumis à une rotation de dix ans. L'autre facteur qui entre en ligne de compte est le fait que dans les compartiments qui devaient atteindre une densité de peuplement de 210 m^3/ha, il a fallu laisser sur place beaucoup d'arbres à croissance lente et d'arbres malades qui auraient autrement été éliminés.

Maintenant que la densité de peuplement voulue dans chaque compartiment a été atteinte, il est vraisemblable que les arbres qui risquent de mourir seront prélevés lors des coupes régulières. La réduction de la mortalité qui s'ensuivra devrait alors entraîner une augmentation de la production en volume net.

Accroissement du volume

Nous avons procédé à une analyse de régression par étapes de l'accroissement en volume par rapport aux principales variables indépendantes (volume résiduel, limite supérieure de diamètre et rotation) et aux variables secondaires (compartiments, année civile, proportion de bois feuillus et d'érable à sucre et volume prélevé au début de la période). Seuls le volume résiduel et la limite supérieure de diamètre influent de façon significative sur la croissance annuelle nette. À l'aide de ces deux variables, il est possible de calculer l'accroissement annuel net au moyen de l'équation suivante:

$$Y = 19{,}73 - 0{,}123\,X_1 - 0{,}3000\,X_2 + 0{,}002327\,X_1X_2 \quad (R^2 = 0{,}61)$$

où Y = accroissement de volume annuel net (m^3/ha)
X_1 = volume résiduel (m^3/ha)
X_2 = limite supérieure de diamètre (cm)

L'analyse n'a révélé aucune relation significative entre l'accroissement annuel de volume brut (accroissement net plus mortalité) et l'une ou l'autre des variables utilisées. Ceci signifie que si tous les arbres que l'on aurait pu s'attendre à voir mourir pendant la période de rotation étaient abattus au début de cette période, l'accroissement de volume brut serait environ le même pour tous les types de distribution de diamètres.

CONCLUSIONS

Nous présentons ci-après nos résultats provisoires et les conclusions qu'il est possible d'en tirer:

1. La composition par espèces ne change pas beaucoup. Les peuplements de feuillus semblent très stables en l'absence de fortes interventions extérieures.
2. Pour obtenir la distribution voulue des arbres par classes de diamètres, il faut procéder à plusieurs rotations successives.
3. Les efforts visant à amener au niveau voulu les compartiments dont la densité initiale de peuplement était faible ont été couronnés de succès. Toutefois, plusieurs rotations successives seront nécessaires pour obtenir une distribution optimale des sujets par classes de diamètres.
4. Le nombre de semis et de gaules a augmenté suffisamment dans tous les compartiments pour assurer le maintien des distributions voulues. Cinquante pour cent ou plus de ces arbres sont des érables à sucre, ce qui donne à penser que cette espèce se prête bien à l'exploitation par coupes sélectives.
5. Le volume résiduel et la limite supérieure de diamètre ont un effet significatif sur la mortalité, contrairement à la rotation. Le taux de mortalité devrait être réduit, à l'avenir, par des récoltes régulières et des coupes d'éclaircies.
6. Le volume résiduel et la limite supérieure de diamètre influent aussi de façon significative sur l'accroissement annuel net du volume.
7. Il paraît évident que les feuillus tolérants qui poussent sur les dépôts morainiques envisagés ici se prêtent bien à l'exploitation par coupe sélective. Des interventions périodiques visant à réduire le volume à environ 140 m^3/ha et à fixer le diamètre maximal à hauteur d'homme à environ 50 cm devraient amener des taux annuels de croissance de l'ordre de 3,8 m^3/ha. On peut utiliser une rotation de 5 ou 10 ans, la plus longue rotation permettant de récolter plus d'arbres lors de la coupe.

Références

Arbogast, Carl Jr. 1957. Marking guides for northern hardwoods under the selection system. U.S. Dep. Agric., Lake States For. Exp. Sta., Sta. Pap. 56.

Berry, A.B. 1963. Developing an ideal growing stock for tolerant hardwoods in Central Ontario. For. Chron. 39: 467-476.

Daniel, Theodore W., John A. Helms, et Frederick S. Baker. 1979. Principles of silviculture. 2e éd. McGraw-Hill, New York, 500 pp.

Filip, Stanley M., et William B. Leak. 1973. Northeastern northern hardwoods. In Silvicultural system for the major forest types of the United States. U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. 445.

Franklin, Jerry F. 1977. Effects of uneven-aged management on species composition. In Uneven-aged silviculture and management in the western United States. Proc. In-service Workshop, Redding, Cal., Oct. 19-21, 1976. U.S. Dep. Agric., For. Serv.

Gilbert, Adrian, et Victor S. Jensen. 1958. A management guide for northern hardwoods in New England. U.S. Dep. Agric., Northeast For. Exp. Sta., Sta. Pap. 112.

Hills, G.A. 1952. The classification and evaluation of site for forestry. Ont. Dep. Lands For., Div. Res., Res. Rep. 24.

Hills, G.A., et G. Pierpoint. 1960. Forest

site evaluation in Ontario. Ont. Dep. Lands For., Res. Branch, Res. Rep. 42.

Knuchel, Herman. 1949. Planning and control in the managed forest. Traduit par Mark L. Anderson, 1953. Oliver and Boyd, Edinburgh, 360 pp.

Manning, Glenn H., et H. Rae Grinnell. 1972. Les forêts du Canada: la ressource et son utilisation d'ici l'an 2000. Environnement Canada, Serv. can. des for. Publ. 1304F.

Meyer, H. Arthur. 1952. Structure, growth and drain in the balanced uneven-aged forest. J. For. 50: 85-92.

Ont. Min. Natur. Resour., Div. For. 1973. Management of tolerant hardwoods in Algonquin Provincial Park.

Plonski, W.L. 1960. Normal yield tables for black spruce, jack pine, aspen, white birch, tolerant hardwoods, white pine, and red pine for Ontario. Ont. Dep. Lands For., Silvic. Ser., Bull. 2.

Rowe, J.S. 1972. Les régions forestières du Canada. Environnement Canada, Serv. can. des for. Publ. 1300F.

U.S. Dep. Agric. 1973. Silvicultural systems for the major forest types of the United States. Agric. Handb. 445.

Westveld, R.H. 1933. The relation of certain soil characteristics to forest growth and composition in the northern hardwood forests of Northern Michigan. Mich. Agric. Exp. Sta., Tech. Bull. 135.